

【学位論文審査の要旨】

本論文は、基礎の不同変位に対する送電用鉄塔の耐荷力評価について、現地部材応力測定結果に整合したボルト滑り条件を考慮した合理的な解析手法について研究するとともに、改修の優先順位付けを目的とした風荷重の合理化、および改修における部材交換手順や仮設補強材の有無等が鉄塔の残留応力、残留変形に及ぼす影響について研究したものである。

近年、高度経済成長期に集中的に整備された社会資本の老朽化に伴う維持管理が社会的な問題として大きく取り上げられているが、送電用鉄塔もまた例外ではない。送電用鉄塔の経年により耐力上懸念される問題として、部材の腐食ならびに基礎の不同変位が挙げられるが、基礎に不同変位を生じた鉄塔に風荷重が作用した場合の耐荷力の低下が、維持管理上、最も懸念される問題であると位置づけられている。鉄塔の設計は、基礎は固定、上部構造は簡便的に静定構造を仮定した許容応力度設計法にて行われており、基礎の不同変位の発生に対しては、鉄塔構造体としての裕度（安全率）や接合部のボルトクリアランスによる変位量の吸収などにより変位量が許容値以内であれば耐力上の問題はないものとされてきた。しかしながら、高度経済成長期またはそれ以前に建設された鉄塔の多くに許容変位量を超えるような鉄塔の存在が確認されており、これらの鉄塔の合理的、実務的な耐荷力評価法が確立されていなかった。

基礎に不同変位が生じた鉄塔の耐荷力解析は、従来、一般的にはボルト滑りを考慮しない骨組解析により実施されているが、建設当初の施工誤差が不明確なことに加えて、ボルト滑りが発生応力に大きな影響を及ぼすため、実態に近い解析値を的確に算定するのは極めて難しい。そこで、解析モデルにおいてボルト滑り特性を担うトラス要素を付加し、その発生タイミングとボルト滑り時応力をパラメータとし、パラメータ解析によって実測値に整合する最適なボルト滑り条件を見出した後、風荷重下で耐荷力評価を行う解析法（詳細法）を提案し、解析結果と実規模の部分骨組試験結果との比較を行った。また、実務上容易に利用することが出来る解析法の開発の観点から、ボルト滑りのモデル化において直接反復法を基にして部材の等価な剛性に置き換え、線形解析によって耐荷力を算出する簡便法について提案し、その結果と有用性について検討した。加えて、改修の優先順位付けを可能とする風荷重算定法に関して、妥当な再現期間を 150 年と定め、風向別基本風速を観測値および台風シミュレーションを適用して算定し、風向別設計手法の適用方法とその効果について検討した。さらに、鉄塔の耐荷力低下により部材交換が必要な場合、部材交換に伴う種々のパラメータが鉄塔の残留応力、残留変形に及ぼす影響について検討を行った。

本論文の得られた成果を要約すれば以下のとおりである。

(1) 山形鋼鉄塔の平脚および片継脚の場合を対象に、最下パネルの腹材の応力測定結果に整合する最適なボルト滑り条件（施工誤差および滑り荷重）を基礎変位載荷時のパラメータ解析によって見いだした後、風荷重下で耐荷力を解析する手法（詳細法）とその結果について示し、実務設計上、良好な解析精度を確保していることを明らかにした。

(2)設計実務の現場において、容易に利用できる解析法の開発の観点から、増分法による(1)の詳細法を踏襲し、ボルト滑りのモデル化において直接反復法を基に部材の等価な剛性に置き換え、線形解析によって耐荷力を算出する簡便法を提案し、試験結果や詳細法との比較により、その有用性について検証した。

(3)鉄塔の耐荷力評価の合理化に資する風向別設計風速の導入とその適用方法について提案した。これにより、基礎に不同変位が生じた鉄塔を含む既設鉄塔の耐荷力の低下に伴って改修すべき鉄塔が多数ある場合、改修の優先順位をつけることを可能とし、耐力上の信頼性確保と損傷リスク低減が期待できる。

(4)基礎に不同変位が生じた鉄塔の部材交換を実施する際、交換手順の違いや仮設補剛材の有無が部材の軸力や残留変形に及ぼす傾向を明らかにし、解析による事前検討の必要性和その方法論について提案した。

以上要するに、本論文は基礎に不同変位を生じた送電用鉄塔の部材応力測定結果に整合したボルト滑り条件を考慮した合理的、実務的な耐荷力解析法を提案するとともに、改修の優先順位付けを目的とした風向別風荷重算定方法の提案、ならびに改修における部材交換の手順や仮設補強材の有無等が鉄塔の残留応力、残留変形に及ぼす影響について明らかにされている。そのため、構造工学分野における貢献は極めて大きい。

よって、本論文は、博士（工学）の学位を授与するに十分な価値があると認められる。